

---

*Universidad de Guadalajara*

---

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



UTILIZACION DE ESTIERCOL PORCINO FRESCO FERMENTADO  
CON ADICION DE SORGO MOLIDO EN LA ALIMENTACION  
DE CERDOS EN FINALIZACION.

---

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

**P R E S E N T A N**

P.M.V.Z. EFREN ALTAMIRANO SOLIS

P.M.V.Z. RUBEN ROSALES RAMIREZ

Asesor: M.V.Z. Gerardo Salazar Gutiérrez

GUADALAJARA JALISCO JUNIO DE 1991

---

## A G R A D E C I M I E N T O S

A nuestra Universidad de Guadalajara y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Por la oportunidad que nos brindaron para nuestra realización como profesionistas, comprometiendonos con nuestro trabajo a darle el prestigio que merece.

A nuestro asesor: M.V.Z. Gerardo Salazar Gutierrez

Por la confianza depositada en nosotros para llevar a cabo el trabajo de esta tesis.

A los M. en C.: Gerardo S. Estrada Michel

Esther Albarran Rodriguez

Por su valiosa colaboración en la realización de los analisis bromatologicos, estadisticos y redacción de nuestra tesis.

A los M.V.Z.: Salvador Jimenez Vallejo

David R. Sanchez Chipres

Por las facilidades que nos dieron para llevar a cabo el estudio en la Posta Zootecnica Cofradia.

A nuestro Jurado: M.V.Z. David R. Sanches Chipres

M.en C. Alberto Casillas Benites

M.en C. Gerardo S. Estrada Michel

M.en C. Waldina P. Reyes Velazquez

M.V.Z. Ma. del Consuelo Arana Flores

A todos el más sincero agradecimiento por la colaboración para nuestra formación como profesionistas.

A nuestros Maestros y Personal Administrativo:

Que durante nuestra estancia como alumnos nos hicieron participes de sus conocimientos. G R A C I A S.

EFREN ALTAMIRANO SOLIS

RUBEN ROSALES RAMIREZ

A DIOS POR HABERME DADO LA OPORTUNIDAD Y LA ALEGRIA DE VIVIR

A mis Padres: Leoncio Altamirano Hernandez

Enedina Solis Islas

Por haber puesto en mí, los cimientos de una educación que hoy veo culminada y sobre todo por haber sabido guiarme para mi realización como persona, esperando nunca defraudarlos.

A mis Tios: Irene Altamirano Hernandez +

Desiderio Corona Castañeda

Y a toda su Familia

Por aceptarme como otro más de la familia durante mi preparación como profesionista.

A mis Hermanos: Ma. Guadalupe Altamirano Solis

Juan Altamirano Solis

Por su apoyo desinteresado e incondicional.

A mis demás Hermanos, Parientes y Amigos.

Por la motivación que recibí por parte de todos ellos para salir siempre adelante.

A todos una y mil veces gracias siempre los recordaré.

Dedico la culminación de mi preparación profesional con especial interés a una persona que admiro, amo y respeto.

A mi Novia Ma. Teresa Ramos Rivera.

EFREN ALTAMIRANO SOLIS.

A mis Padres: Moises Rosales Montes

Graciela Ramirez de Rosales

Por su apoyo durante todos estos años de mi formación como profesionista, por guiarme a ser una persona de provecho y por la confianza que depositaron en mí. Esto es lo máspreciado que yo les puedo ofrecer.

A mis Hermanos: Alejandra Rosales Ramirez

Armando Rosales Ramirez

Jose Luis Rosales Ramirez

Maricela Rosales Ramirez

Patricia Rosales Ramirez

Moises Rosales Ramirez

Alberto Rosales Ramirez

Por la confianza que han depositado en mí para lograr las metas que me he fijado.

A mis *Compañeros, Amigos y Familiares.*

Mis más sinceros agradecimientos por sus consejos desinteresados.

A mi Novia: Ana Ma. Solis Quintanar

Un agradecimiento muy especial porque siempre me supo impulsar a seguir estudiando, y nunca desconfío que algún día podría lograr la culminación de mi formación.

RUBEN ROSALES RAMIREZ.

# I N D I C E

C O N T E N I D O	PAG.
I.- TITULO =====	1
II._ RESUMEN =====	2
III._ INTRODUCCION =====	3
IV._ PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA =====	11
V._ JUSTIFICACION =====	15
VI._ HIPOTESIS =====	16
VII._ OBJETIVOS =====	17
VIII._ MATERIAL Y METODOS =====	18
IX._ RESULTADOS =====	21
X._ DISCUSION =====	43
XI._ CONCLUSIONES =====	49
XII._ BIBLIOGRAFIA =====	50

UTILIZACION DE ESTIERCOL PORCINO FRESCO FERMENTADO CON ADI-  
CION DE SORGO MOLIDO EN LA ALIMENTACION DE CERDOS EN FINALI-  
ZACION.

## RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio tendiente a utilizar estiércol porcino fresco fermentado con adición de sorgo molido (material fermentante) en alimentación de cerdos en finalización.

Para la prueba se utilizaron 27 cerdos híbridos, divididos en tres tratamientos con tres repeticiones cada uno. Las raciones alimenticias que consumieron fueron las siguientes:

Tratamiento 1 con 100% de alimento fermentado.

Tratamiento 2 con 100% de alimento balanceado (testigo).

Tratamiento 3 con 50% alimento fermentado más 50% alimento balanceado.

El estudio estuvo encaminado a granjas de traspatio y/o semitecnificadas, en las cuales no es posible contar con equipos y construcciones para un manejo intensivo o a gran escala del estiércol y con la intención de aprovechar al máximo el contenido de nutrientes que se encuentran en el excremento de cerdos en las etapas de crecimiento y desarrollo, a los cuales se les sirve alimento con un contenido alto de proteína y no son totalmente aprovechados por los mismos.

Los resultados que obtuvimos a juzgar por la ganancia de peso diaria y días en llegar a 100 Kg., podríamos señalar que el tratamiento 3 fue mejor comparado con el tratamiento 1, en el cual, aunque hubo diferencia significativa ( $P < .05$ ) con el tratamiento testigo, no fué tan marcada como la encontrada en el tratamiento 1. Se logró un ahorro significativo en cuanto al costo para producir un Kg de carne de cerdo, del 19% y 8.5% de ahorro de alimento utilizando 50% de alimento fermentado más 50% de alimento balanceado.

## INTRODUCCION

Los estiércoles de los animales son subproductos de la actividad pecuaria, que por razones económicas y sociales no son aprovechados dentro de los confines de la unidad de producción animal y son depositados en el medio ambiente en donde al excederse la capacidad de asimilación por los cuerpos de recepción natural, surgen problemas de contaminación. Afortunadamente, tales desechos pecuarios pueden ser incorporados a los ciclos biológicos a diferencia de residuos industriales, como plásticos, los cuales sufren poca degradación mediante los procesos biológicos naturales. Por lo que se puede desarrollar una tecnología para el aprovechamiento del desecho que sea integrada a la producción pecuaria; con ello se lograría contribuir a la prevención y control de la contaminación, así como a la utilización del contenido de nutrientes para alimento de animales.

En México, el estiércol principalmente de cerdos, representa uno de los recursos menos explotados, el cual se debe aprender a utilizar en forma racional y eficiente (9).

El fenómeno actual de crisis económica y altos costos energéticos por el cual pasamos, hace que la fermentación anaerobia represente una de las vías más atractivas para reciclar desechos animales (12).

En 1970 reportaron una fermentación anaerobia con producción de ácido láctico (16.83 % en base seca) y ácido acético (7.2 %) con un aumento de proteínas de 17 a 43.26 % al término de tres días (12).

Es importante, que el reciclaje de desechos animales con fines alimenticios, utilice un proceso que disminuya o elimine patógenos, así como una fermentación anaerobia y ensilado que aseguren un pH alrededor de 4.5; se debe sustituir la práctica cada vez más extendida de utilizar desechos frescos sin procesar (12).

Durante 1989, trabajando en sistemas de reciclaje de desechos en granjas porcícolas, se afirmó que la incorporación de sistemas de tratamiento, representan una buena alternativa para incrementar su eficiencia de operación, mejorar el nivel de sanidad en las granjas, así como resolver el problema de disposición de desechos. En este sentido los beneficios se traducen en un sensible mejoramiento de las condiciones ambientales y en una reducción del índice de contaminación de las corrientes de agua (12).

En el DESA (Desechos Animales Enriquecidos en Acidos Orgánicos), el estiércol es el componente mayoritario y el almidón, como fuente de carbohidratos fermentables. Solo se adiciona una proporción de 10% en base fresca. Bajo estas condiciones, la producción de ácido láctico hace descender el pH de 6.5 a 4.5 al término de 30 hrs. En el caso de BIOFERMEL (Fermento de una mezcla de 60% de melaza, 20% de lastre fibroso, 5% de estiércol y 2.5% de urea) después de 50 horas de fermentación a 40 C, el pH es semejante al pH inicial de 6.5 ya que el ácido láctico neutraliza la liberación de iones  $NH_4^+$  que ocurre al principio del proceso (1).

El IMETA (Instituto Mexicano de Tecnologías Apropriadas), también ha realizado investigaciones en estas líneas y ha reportado en forma preliminar, que requiere de una adición de

tan solo un 10% de almidón a un estiércol completo de bovino con 84% de humedad, para lograr una producción de ácidos orgánicos suficientes para disminuir el pH a 4.5 durante una fermentación de tres días, a una temperatura de 35 C posteriormente, se confirmó que la fermentación a esta temperatura y con una relación de Carbono/Nitrógeno de 40 (en base a carbohidratos de fracción soluble) produce al término de 72 horas un 26% de ácido láctico y 6% de ácido acético en base seca (12). Ver cuadro #1.

Utilizando cerdos en crecimiento (de 25 a 60 Kg.) alimentados con diferentes niveles de inclusión de sólidos fermentados, aunque no se encontraron diferencias significativas en cuanto a ganancia de peso diario, consumo de alimento y conversión alimenticia, se estimó que en general parece haber una ligera ventaja para los animales consumiendo la mezcla fermentada (8).

Respecto a costos, es posible estimar que el proceso es rentable, puesto que no requiere de agua para diluir el estiércol y el tiempo de residencia es de 3 a 5 días, lo que resulta un digestor pequeño en comparación con los que se construyen para la producción de biogas. Es de esperar que la adición de almidón no significa un costo considerable, puesto que se agrega en una proporción de 10% en base fresca (1).

Aproximadamente el 75% del Nitrógeno, el 80% de Fósforo y el 85% de Potasio que contienen los alimentos de los cerdos, son recuperados en forma de excremento. En forma general, una tonelada de excremento fresco contiene 20 Kg de materia orgánica, 5 Kg de nitrógeno, 2.5 Kg de ácido fosfórico y 5 Kg de potasio (2).

CUADRO # 1

EL SIGUIENTE CUADRO MUESTRA LOS RESULTADOS OBTENIDOS BAJO DIVERSAS  
CONDICIONES DE TEMPERATURA Y RELACIÓN DE CARBONO/NITRÓGENO

=====

PORCENTAJE EN BASE SECA DE LOS ÁCIDOS ORGÁNICOS PRODUCIDOS EN  
FERMENTACIÓN ANAEROBIA BAJO DIVERSAS AL TERMINO DE 72 HRS.

LOTE	CONDICIONES	% A. LÁCTICO	% A. ACÉTICO	% A. BUTÍRICO
A	T 37 C C/N 0.65	2.5	9.5	4.81
B	T 37 C C/N 40	26.07	6.09	0.08
C	T 21 C C/N 0.65	1.08	4.45	1.92
D	T 21 C C/N 40	9.23	13.56	0

=====

T = TEMPERATURA.

C/N = CARBONO, NITROGENO.

REFERENCIA (7)



CUADRO # 2

PRODUCCION DE ESCREMENTO EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE VIDA DEL CERDO

TIPO DE GANADO	PESO APROXIMADO EN KGS.	ESCREMENTO Lts/Dia	MEDIA	M.S. EN ESCRE- MIENTO %. APROX
LECHON 3 SEMANAS	5	-	1.0	10
LECHON DESTETADO	12	1.5-2.5	2.0	10
CERDOS ENGORDA CON PIENSO SOLO	50	2.0-5.5	4.0	10
CERDOS ENGORDA C/AGUA Y PIENSO				
RELACION 2:1	50	2.05-5.0	4.0	6
RELACION 4:1	50	4.0-9.0	7.0	6
CERDOS ENGORDA C/SUBPRODUCTOS ALIMENTICIOS	50	VARIABLE	15.0	10
CERDOS ENGORDA C/SUERO	50	14-17	14.0	2
VERRACO	50	-	5.0	10
CERDA SECA	-	-	4.5	10
CERDA C/CAMADA	-	-	15.0	10

REFERENCIA (3)



20 70 100



CUADRO # 3.

SEÑALA LA RELACION DE NITROGENO EN MATERIA FECAL U ORINA DE  
DIFERENTES ESPECIES

ESPECIE	% MATERIA FECAL	% DE ORINA
BOVINOS CARNE	50	50
BOVINOS LECHE	60	40
OVINOS	50	50
DEPRODS	<u>133</u>	67
AVES	25	75

REFERENCIA (13).

CUADRO # 4

TONELADAS DE ESTIERCOL PRODUCIDAS POR AÑO POR CADA 1000 Kg. DE  
PESO VIVO EN DIFERENTES ESPECIES

ESPECIE	TONELADAS
BOVINO LECHE	30
BOVINO CARNE	17.5
OVINOS	15.5
EQUINOS	20
AVES	9
PORCINOS	36

REFERENCIA (6).





CUADRO # 5  
VOLUMEN DE ESTIERCOL PRODUCIDO POR LOS CERDOS SEGUN SU PESO Y  
ETAPAS DE DESARROLLO

ANIMAL	PESO VIVO EN kgs.	ESTIERCOL PRODUCIDO	Kgs/DIA/PESO VIVO
LECHON	15	1.04	6.93
CERDO DESTETADO	30	1.90	6.33
CRECIMIENTO/ENGORDA	70	4.40	6.29
CRECIMIENTO/ENGORDA	90	5.80	6.44
CERDAS SECAS	125	4.03	3.22
CERDAS Y CAMADA	170	14.9	-
VERRADO	160	4.9	3.06

REFERENCIA (3).

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática por la cual ha venido atravesando la porcicultura nacional en estos tiempos de crisis, más que desalentar al sector productivo, debe estimularlo para enfrentar el reto que representa el incrementar su eficiencia de operación y con ello, incorporar nuevas tecnologías que permitan el aprovechamiento de subproductos orgánicos derivados directamente del sector pecuario, es decir, lo que tradicionalmente se ha considerado como desecho, ahora debe valorarse como materia prima alimenticia (12).

X La producción de alimentos no convencionales, es una área de investigación y desarrollo de gran prioridad no solo para México, sino a nivel mundial; debido a las ampliamente conocidas y discutidas crisis económicas y de alimentos; así mismo, a la bien documentada limitación de la agricultura convencional para satisfacer en la actualidad, la alta demanda de satisfactores básicos (12).

Actualmente, el costo de producción por concepto de alimentación en la actividad pecuaria, oscila entre 60 y 80% , siendo urgente la necesidad de buscar alternativas que hagan más eficiente y a menor costo la producción de carne para el consumo humano y aún más, optimizar los recursos que se generan en la misma explotación, como es el caso del estiércol porcino, que es un elemento factible de integrarse a la dieta de los cerdos. El desecho animal, es uno de los residuos con mayor cantidad de nutrientes fácilmente asimilables, además de encontrarse disponibles a lo largo del año, su relación y manejo son relativamente fáciles, comparados con otros residuos (12).

El utilizar los nutrientes contenidos en el estiércol, es un valuable método de recuperación de recursos. El usar estiércol para suplementar nutrientes puede aliviar algunos problemas de polución, bajar los costos de alimentación e incrementar las fuentes de nitrógeno y minerales, que son esenciales en la nutrición animal. Un rendimiento animal satisfactorio ha sido obtenido con la inclusión de estiércol procesado en las raciones; además, esta práctica no ha afectado adversamente la calidad o sabor de los productos animales (14).

El estiércol de cerdo está constituido por ingredientes alimenticios no absorbidos y no digeridos, de productos catabólicos del metabolismo, secreciones de células microbianas y de tejidos que después de la excreción, continúan su degradación debido a la acción microbiana, produciéndose gases, olores y contaminación de suelo y agua. Entre los residuos animales, el de cerdo es de los más contaminantes por su alto contenido de material orgánico e inorgánico, además de que cerca del 50% de la microflora de las aguas residuales de granjas porcinas, está constituida por especies patógenas capaces de causar colibacilosis, disenteria, tifo y paratifo, abscesos, enteritis aguda y crónica, tuberculosis, erisipela, etc. (11).

El nitrógeno es el nutriente más comunmente evaluado cuando un producto (estiércol) está siendo considerado como ingrediente de la dieta. La distribución de este nutriente en las heces y orina es de 33 y 67% respectivamente, ya que la orina contiene una gran cantidad de nitrógeno. Es importante que la recolección de excretas sea completa; siendo que aún

con métodos normales de recolección y almacenaje, puede perderse hasta un 50% del nitrógeno y puede haber pérdidas adicionales cuando el estiércol es dispersado en la tierra. La recolección diaria y rápido procesamiento, son las mejores maneras de asegurar la más alta calidad nutricional. El estiércol recogido frecuentemente de un lote de superficie sucia, es de baja digestibilidad, energía, nitrógeno y alto en cenizas (5).

El estiércol de cerdo representa uno de los recursos menos aprovechados en México, que puede utilizarse como fuente de nitrógeno y minerales en la alimentación animal, lo que ayudaría en forma significativa a solucionar los problemas de contaminación ambiental, una vez establecidas las condiciones ideales para el reciclaje (11).

El enclado es un proceso por el cual las bacterias lácticas, utilizan los hidratos de carbono solubles como fuente de energía, produciendo lactato y otros ácidos, reduciendo el pH de la mezcla. Este proceso restringe el crecimiento de microorganismos indeseables o dañinos, promoviendo el crecimiento de bacterias productoras de ácido láctico. El crecimiento bacteriano y la producción de ácido continúa hasta que los hidratos de carbono solubles son completamente utilizados o cuando el pH se vuelve inhibitorio. Las bacterias productoras de ácido láctico son principalmente lactobacilos y estreptococos. Los lactobacilos, generalmente predominan inmediatamente después de que inicia el proceso de fermentación dado que los estreptococos son menos tolerantes al pH ácido. Ambos géneros de bacterias están presentes en las heces del cerdo. Una de las características utilizadas para evaluar el éxito de un proceso de ensilaje, es el pH. Un pH bajo parece ser el

factor que más está relacionado con la muerte de organismos dañinos como la salmonella o larvas de nemátodo (10).

El estiércol fresco al someterse a un proceso de fermentación anaerobia adicionándole una fuente rica en carbohidratos, disminuye el pH a niveles en donde no es factible el crecimiento para ciertas bacterias patógenas, disminuyendo así, los riesgos sanitarios para los animales a los que se va a servir, lo que no puede controlarse cuando se utiliza estiércol fresco. Por otro lado, hay una proliferación abundante de ácido láctico que eleva la calidad nutricional del estiércol en fermentación, siendo posible utilizarlo como un elemento más en la alimentación de cerdos y otras especies (12).

El precio de los alimentos comerciales hace poco costables las explotaciones pecuarias a pequeña escala, por lo que es de esperar que una tecnología rústica como la descrita anteriormente, se difunda por canales no comerciales y no convencionales; contribuyendo a la rentabilidad de pequeñas explotaciones (12).

## JUSTIFICACION

La importancia del presente trabajo radica en los siguientes aspectos:

1.- El trabajo se refiere a un problema de tipo práctico ya que plantea la elaboración de una dieta a base de desechos porcinos.

2.- El estudio puede tener un gran impacto económico y social, pues pretende reducir los costos de alimentación mediante la utilización de estiércol porcino producido dentro de la granja y al mismo tiempo resolver el problema de la disposición de excretas.

3.- El trabajo pretende contribuir a incrementar la disposición de fuentes bioenergéticas no convencionales.

4.- El estudio se refiere a un problema de relevancia tanto en los aspectos económico, social y ecológico.

5.- El estudio incide en un aspecto importante de la producción porcícola, ya que la alimentación representa el mayor porcentaje de los costos de producción.

6.- El estudio llena un vacío en la investigación al dirigirse a procedimientos alternativos hasta ahora no valorados suficientemente dentro de la alimentación de cerdos.

## HIPOTESIS

Es probable que la utilización de estiércol porcino fresco fermentado con adición de sorgo molido, nos permita obtener una conversión alimenticia comparable a la que resulta de la utilización de alimentos balanceados y con ello la reducción de los costos de producción por concepto de alimento.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Determinar el valor nutricional del estiércol porcino fresco fermentado con adición de sorgo molido en la alimentación de cerdos en finalización.

### OBJETIVOS PARTICULARES

1.- Analizar la ganancia diaria de peso con la utilización de la dieta experimental en comparación con el alimento balanceado.

2.- Determinar la eficiencia y conversión alimenticia del estiércol fresco fermentado con adición de sorgo molido en un proceso con medio anaerobio.

3.- Analizar el area del ojo de la chuleta , grasa dorsal y largo de la canal.

4.- Establecer los días que se tardan en llegar a 100 Kg de peso vivo.

5.- Analizar los costos de alimentación en forma comparativa para los distintos tratamientos.

## MATERIAL Y METODOS

El presente estudio se llevo a cabo en las instalaciones de la Posta Zootécnica "COFRADIA" de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Guadalajara. Se utilizaron 27 cerdos híbridos para abasto con un peso entre 60 y 70 Kg.

Los animales se dividieron en 3 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. El tratamiento 1, consistió en alimentar con 100% de fermentado; el tratamiento 2 con 100% de alimento balanceado y por último el tratamiento 3 en base a 50% fermentado y 50% balanceado.

Se recolectó el estiércol de cerdos en etapa de crecimiento y desarrollo; para ésto se procedió, a sellar el piso de rejillas de un corral, con cemento y aproximadamente 1.5 m. de ancho, de otros 5 corrales con maderas, procurando que fuera el lugar donde se juntara más estiércol. Posteriormente se almacenó en tambos de plástico con capacidad para 150 lts. a los cuales se les agregó el sorgo molido como elemento fermentante en una proporción de 10% dependiendo de los Kgs. que contenían de estiércol. Se mezcló abundantemente para homogenizarlo, después se cerró herméticamente para favorecer la anaerobiosis. El pH fue monitoreado hasta alcanzar 4.5 aproximadamente, lo cual ocurrió en 48 horas. Los tambos fueron agitados por la mañana y por la tarde para lograr una mejor fermentación.

Una vez alcanzado el pH deseado, se ofreció el alimento fermentado al tratamiento 1 en comederos de canal a libre acceso al igual que el alimento balanceado a los cerdos del

grupo testigo. El tratamiento 3 consistió en 50% de alimento balanceado y 50% fermentado, se mezcló en forma mecánica con pajas para homogenizarlo y servirlo a los animales de la misma manera que a los 2 tratamientos anteriormente citados.

Antes de iniciar a contabilizar el consumo de alimento y en sí toda la prueba, duraron 7 días en adaptación, en donde se fue cambiando paulatinamente el porcentaje de alimento hasta llegar a un 100% del alimento que consumirían posteriormente.

Los animales fueron pesados al inicio y al final de la prueba, y se determinaron las siguientes variables: Ganancia Diaria de Peso (GDP), Área del Ojo de la Chuleta (AOCH), Días en llegar a 100 Kg (D 100Kg), Peso Inicial (PI), Peso Final (PF), Grasa Dorsal (GD), Largo de la Canal (LC), Peso de la Canal (PC), Costo de Alimentación Comparativo (COSTO ALI), Eficiencia Alimenticia (EA) y Conversión Alimenticia (CONV ALI).

La medición de la grasa dorsal se realizó de la siguiente manera: a) A nivel de primera costilla.

b) A nivel de la última costilla.

c) A nivel de la última vértebra lumbar.

En cuanto al largo de la canal, se midió de la parte anterior de la primera costilla a la parte anterior del hueso pélvico.

Para apreciar el valor del lomo (Largo Dorsal), se realizó un corte a nivel de la décima y onceava costilla y se expuso lo que se conoce como área del ojo de la chuleta. En seguida se tomaron tres mediciones (Vertical, Horizontal y Diagonal) en relación a la chuleta; se sumaron y dividieron

entre tres. Después se obtuvo el radio y se realizó la siguiente ecuación:  $3.1416 \times \text{radio}^2$ , para sacar el área del ojo de la chuleta en  $\text{cm}^2$ .

Se realizaron análisis bromatológicos a las distintas raciones que consistieron en: Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Nitrogeno Amoniacal (NA), Nitrogeno No Proteico (NNP), Fibra Detergente Neutra (FDN), Fibra Acido Detergente (FAD), pH, Energía Digestible (ED), Energía Metabolizable (EM), Cenizas Totales (CT), Extracto Libre de Nitrogeno (ELN), Fibra Cruda (FC) y Grasa Cruda (GC). (ver cuadro # 6)

Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño completamente al azar para análisis de varianza. La comparación de medias se realizó mediante la prueba DMS.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos del presente estudio, fueron los siguientes:

En cuanto al consumo de alimento, resultó una diferencia significativa ( $P < .05$ ), a favor del tratamiento 2 (alimento balanceado) como podemos observar en la gráfica # 1.

Los precios para cada alimento resultaron bastante diferentes en los 3 tratamientos. El precio más bajo fue para el tratamiento 1 y el segundo mejor precio, fue para el tratamiento 3 y por último, el más alto correspondió al tratamiento 2. Esto se comprobó por medio de análisis estadístico, resultando diferencia significativa ( $P < .05$ ), como se mencionó anteriormente. Gráfica # 2.

En cuanto a la ganancia de peso diaria, analizándola estadísticamente, encontramos diferencia significativa en los 3 tratamientos, aunque en el tratamiento 3 comparándolo con el 2, resulta mínimo; la diferencia significativa ( $P < .05$ ) que hay entre los tratamientos 3 y 2 en comparación con el 1, es bastante marcada como podemos apreciar en la gráfica # 3.

En la conversión alimenticia, resultó una diferencia bastante marcada entre los tres tratamientos, en la cual también se comprobó estadísticamente diferencia significativa ( $P < .05$ ), para los tres tratamientos. Gráfica # 4.

Los Kgs. producidos durante el tiempo que duró la prueba, marcó diferencias significativas ( $P < .05$ ) en los tres tratamientos; para esto, se tomó en cuenta el peso inicial y el peso final, resultando que el tratamiento 3 fue el mejor en

comparación con los tratamientos 1 y 2 como muestra la gráfica # 5. En el tratamiento 1 se debe hacer la siguiente observación: En los últimos días de la prueba, se presentaron contratiempos en cuanto al suministro del agua, debido a fallas eléctricas en el bombeo del agua, por lo que pudo haber un efecto negativo en el rendimiento de los animales del tratamiento # 1, que eran los únicos que quedaban en la prueba.

La comparación de los resultados de costo de alimentación, se analizaron tomando en cuenta el costo por Kg. de cerdo producido, en el cual encontramos diferencias significativas ( $P < .05$ ), en los tres tratamientos, como podemos apreciar en la gráfica # 6.

Los días que tardaron en llegar a los 100 Kg. se ajustaron de acuerdo a la ganancia de peso diario, tomando como peso inicial de 70 Kg. para los tres tratamientos; se observó que el tratamiento 1 tuvo una media de 97.4 días, contra 40.5 y 36.8 días de los tratamientos 3 y 2 respectivamente; se comprobó que estadísticamente hay diferencia significativa ( $P < .05$ ), en los tres tratamientos. Gráfica # 7.

El peso de la canal, resultó no tener diferencia significativa ( $P > .05$ ), en los tres tratamientos de acuerdo al análisis de varianza. Gráfica # 8.

La eficiencia alimenticia, se analizó al igual que los resultados anteriores, marcando diferencia significativa ( $P < .05$ ) para los tres tratamientos. Gráfica # 9.

El peso inicial de los tres tratamientos, se pudo comprobar que estadísticamente, no presentaron diferencia significativa ( $P > .05$ ), entre sí. Solo una pequeña observación se debe tener en cuenta, como fue que se conjugó el mayor peso inicial con la dieta testigo (tratamiento # 2). Gráfica # 10.

El peso final del tratamiento 3 fue ligeramente superior al tratamiento 2 pero no hubo diferencia significativa ( $P < .05$ ) entre ellos, en cambio el tratamiento 1 si presentó diferencia significativa como nos muestra la gráfica # 11.

En cuanto al porcentaje de grasa dorsal, la del tratamiento 1 fue relativamente menor en comparación con la producida en los tratamientos 2 y 3. Logrando de esta forma producir carne magra, que es la tendencia en la actualidad. Estadísticamente resultó diferencia significativa ( $P > .05$ ), para los tres tratamientos. Gráfica # 12.

En el área del ojo de la chuleta, se puede apreciar que hubo diferencia significativa ( $P < .05$ ), en el tratamiento 3 en comparación con los tratamientos 1 y 2, en los cuales, no hubo diferencia significativa entre sí. Lo que nos podría llevar a la siguiente conclusión: Que no podemos comparar equitativamente el tratamiento 3 con el 2 y 1, ya que los primeros lograron un mayor peso en vivo (102.5, 100.4 y 88.6 Kgs. respectivamente), pero si podríamos concluir que el tratamiento 1 puede tener una mejor composición del área del ojo de la chuleta, ya que no hubo diferencia significativa entre el tratamiento 1 y 2, y el peso al sacrificio del tratamiento 1, fue mucho más bajo comparado con el tratamiento 2. Aunque sería difícil estimar con precisión lo anterior, ya que también influye bastante el origen del cruzamiento de que proviene cada animal, y no se hizo la prueba en una raza determinada, en la cual pudiera compararse con parámetros ya establecidos, los resultados que se obtuvieron con este estudio. Gráfica # 13.

En cuanto al largo de la canal, también deberíamos tomar en cuenta lo anteriormente citado en el área del ojo de la chuleta, antes de hacer una evaluación correcta de los resultados que marcaron diferencia significativa ( $P < .05$ ), para los tres tratamientos. Gráfica # 14.

NOTA: Diferente literal en las gráficas, indican diferencia estadística calculada por DMS.

CUADRO # 6

\*

ANALISIS BROMATOLOGICO

	FERMENTADO	50%FER/BAL	BALANCEADO
N.N.P. %	.222	.230	.029
N.A. %	1.66	.446	.058
F.D.N. %	70.66	42.9	21
F.A.D. %	45.87	19.82	5.77
pH	4.8	4.9	6.5
H	62.5	42.1	9.9
E.D			
cal/Kg	3,229	3,414	3,665
E.N.			
cal/Kg	2,971	3,141	3,372
N.S. %	37.8	57.8	90.1
P.D. %	29	23	14
G.C. %	6.9	4.3	3.5
C.T. %	11.8	8	7
F.C. %	7.7	5.2	2.6
E.L.N. %	44.4	59.3	72.9

CUADRO # 7 COMPOSICION DE LA DIETA  
CONTROL

INGREDIENTES	Kg.
BORGO	850
SOYA	95
PESCADO	30
ROCA	12
ORTOFOSFATO	6
SAL	3
FIGTAMIN CERDO U	2
FIBRASOP	1
SULFATO DE COBRE	.6
LISINA	.53
METIONINA	.02
=====	
ANALISIS CALCULADO:	
PROT. CRUD.	13.7
CALCIO	.6
POSP. TOTAL	.6
E.M. MC/KG	3.1
GRASA	2.7
=====	

71

CUADRO No. 8 PARAMETROS

GRUPO	TIPO DE ALIMENTO	KG. DE ALIMENTO CONS.	PRECIO/Kg ALIMENTO EN \$	GANANCIA PESO DIARIA EN gr.	CONVERSION ALIMENTICIA EN Kg.	KILOGRAMOS PRODUCIDOS	COSTO POR KILOGRAMO EN \$	DIAS A PESO DE 100 Kg CANAL	PESO DE LA EN Kg	EFICIENCIA ALIMENTICIA EN gr.
1 A	FERMENTADO	523.2	69.4	337	19.1	27.33	1329.59	97.4	46.3	0.052
1 B	FERMENTADO	517.8	69.4	308	20.7	25	1437.49	97.4	46.3	0.049
1 C	FERMENTADO	507.6	69.4	279	22.7	23.33	1577.55	97.4	45	0.043
2 A	BALANCEADO	136.9	722.4	811	4.3	31.66	3123.04	36.8	48.6	0.231
2 B	BALANCEADO	145.8	722.4	824	4.6	31.32	3362.23	36.8	50.8	0.214
2 C	BALANCEADO	144.4	722.4	807	4.7	30.66	3493.13	36.8	46.6	0.211
3 A	50% FER. BAL	257.8	395.9	756	6.5	39.33	2595.15	40.5	45.2	0.152
3 B	50% FER. BAL	240.3	395.9	698	7.1	36.33	2856.66	40.5	47.6	0.139
3 C	50% FER. BAL	263.2	395.9	767	6.4	40.66	2568.47	40.5	50.8	0.154

1,2,3=TRATAMIENTOS.  
A,B,C=REPETICIONES.

CUADRO No. 9 PARAMETROS

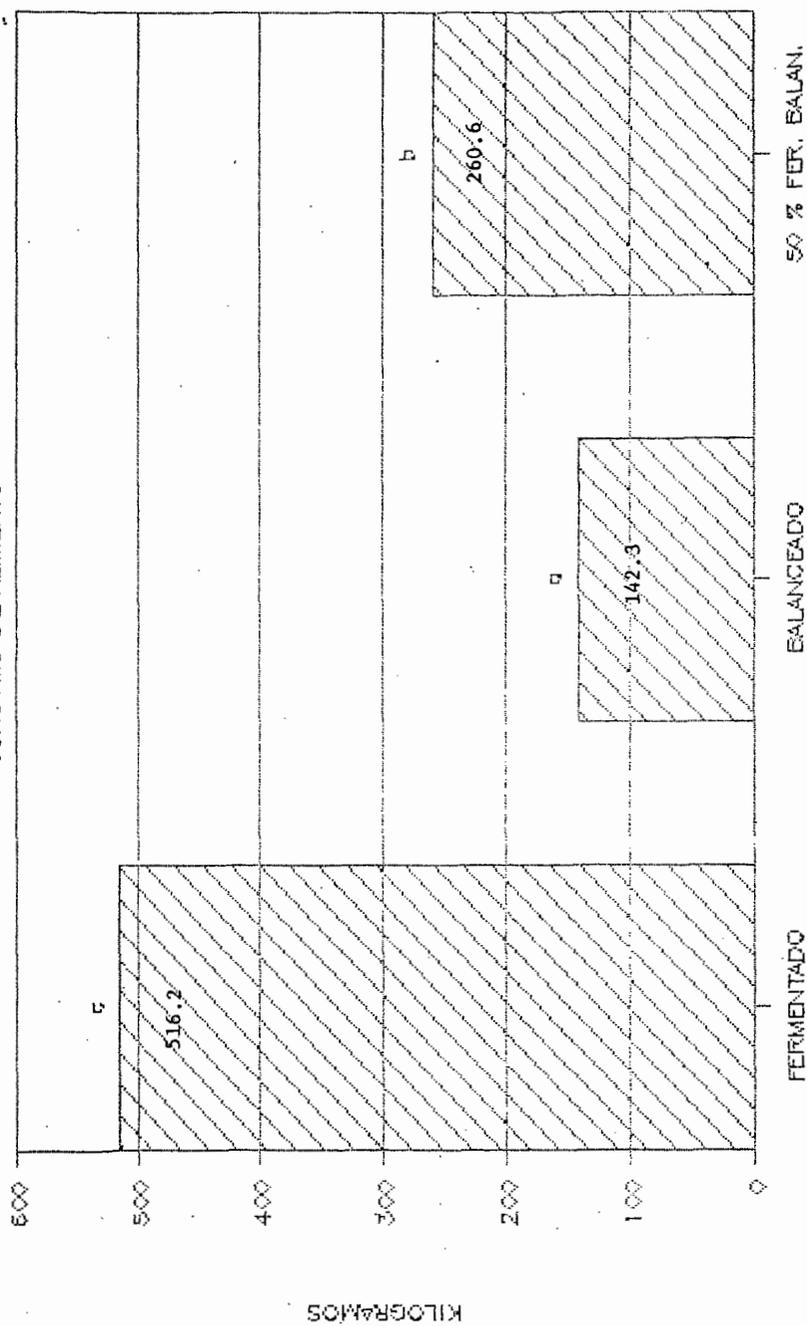
GRUPO	INICIO DE PRUEBA	TERMINACION DE PRUEBA	DIAS DE PRUEBA	PESO INICIAL EN Kg.	PESO FINAL EN Kg.	GRASA DORSAL EN cm.	AREA DEL OJILARGO DE CHULETA EN cm2	DE CANAL EN cm.
1 A	19 SEP. 90	11 DIC. 90	81	62.3	89.6	1.7	32.9	77.6
1 B	19 SEP. 90	11 DIC. 90	81	63.3	88.3	1.8	32.2	74.6
1 C	19 SEP. 90	10 DIC. 90	80	65.6	88	1.7	33.9	77
2 A	19 SEP. 90	29 OCT. 90	39	66	97.6	2.9	41.5	82.6
2 B	19 SEP. 90	28 OCT. 90	38	70.6	102	2.5	35.6	81
2 C	19 SEP. 90	28 OCT. 90	38	71	101.6	2.8	31.1	81
3 A	19 SEP. 90	12 NOV. 90	52	65	104.3	3.3	47.7	82.3
3 B	19 SEP. 90	12 NOV. 90	52	66.3	102.6	3.4	42.7	82.6
3 C	19 SEP. 90	13 NOV. 90	53	60	100.6	3.2	45.3	81

1,2,3=TRATAMIENTOS.

A,B,C=REPETICIONES.

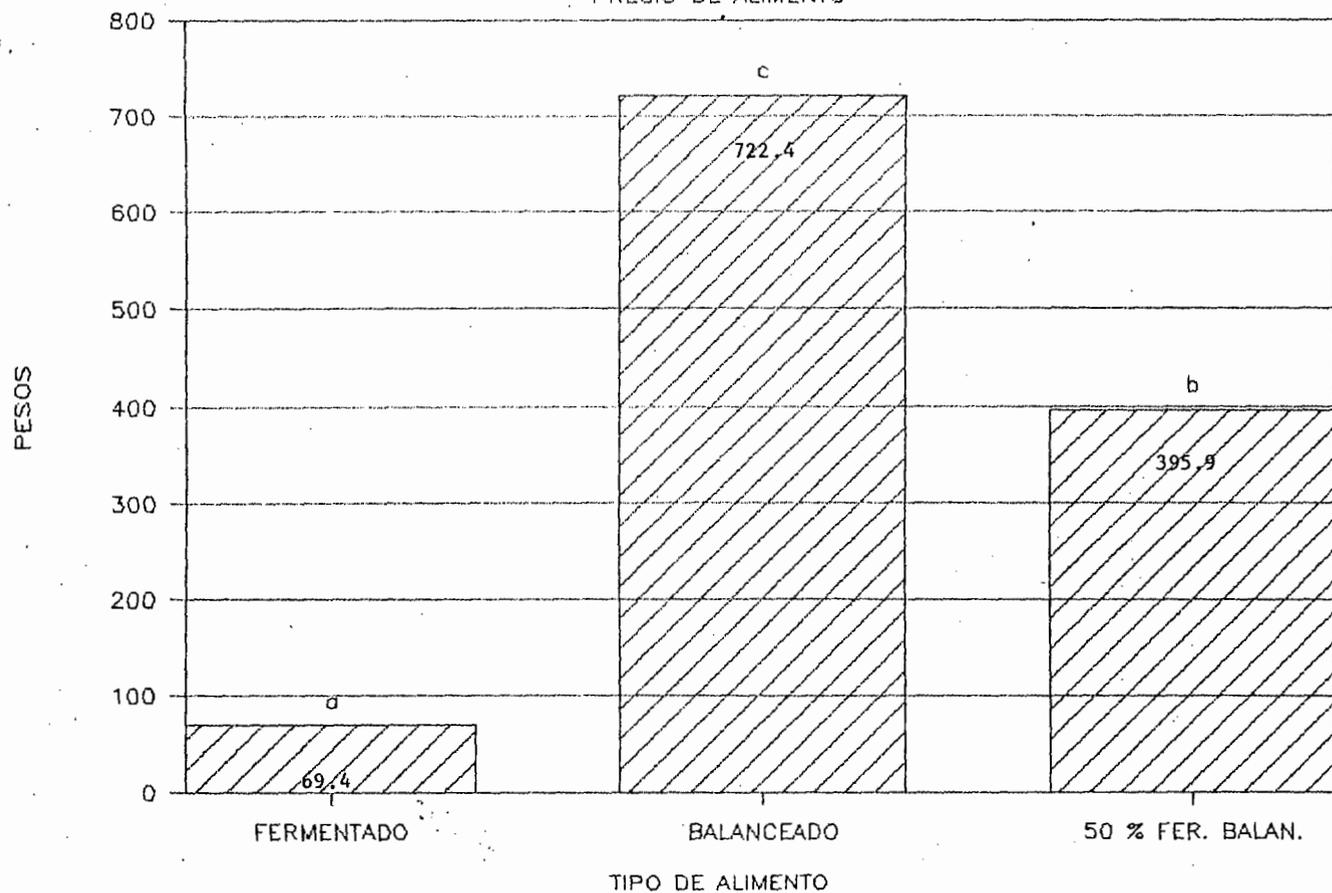
# GRAFICA # I

CONSUMO DE ALIMENTO



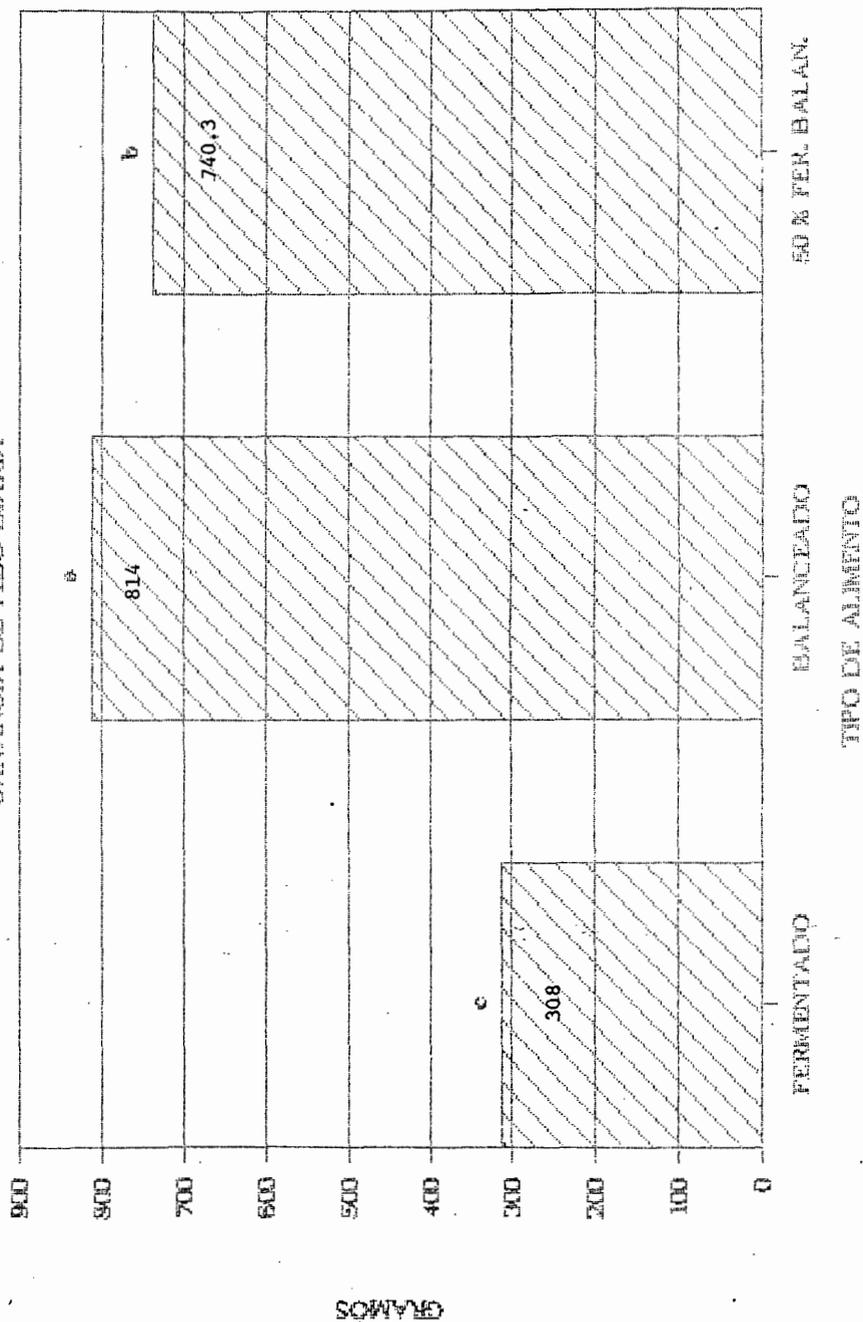
# GRAFICA # 2

PRECIO DE ALIMENTO



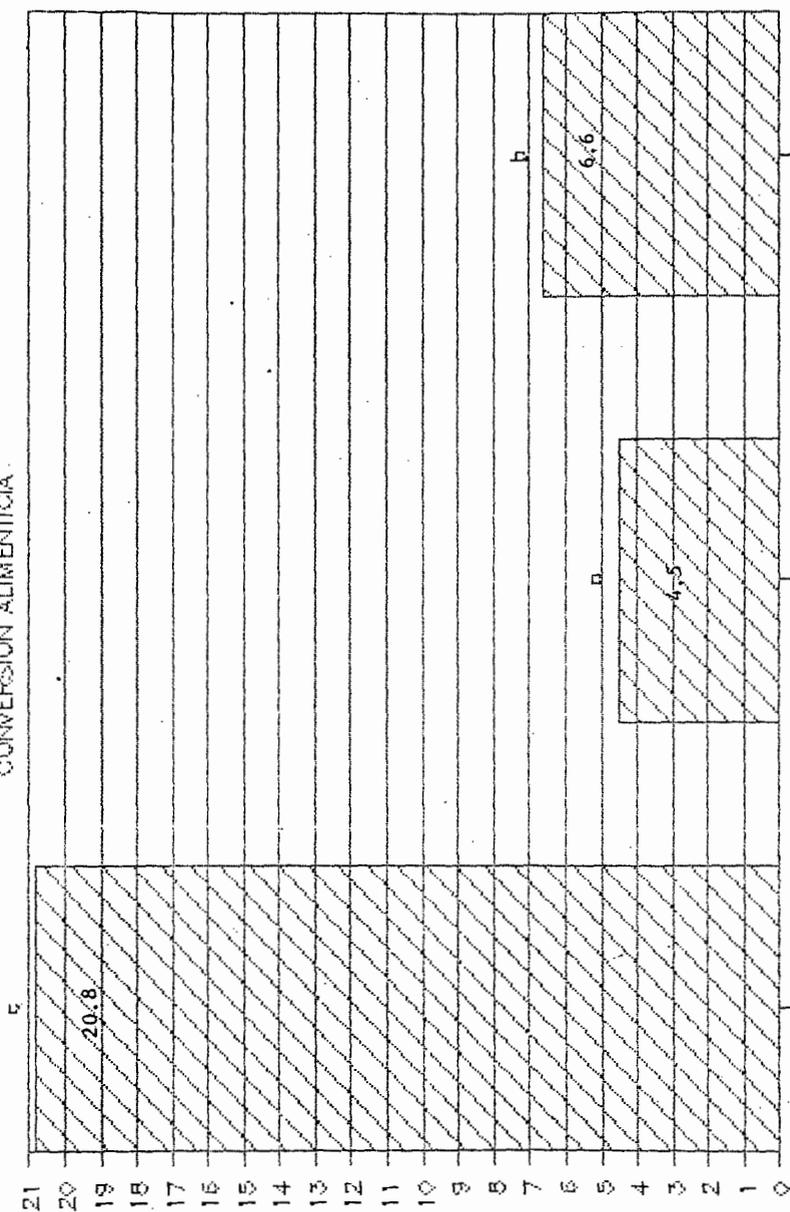
# GRAFICA # 3

## GANANCIA DE PESO DIARIA



# GRAFICA # 4

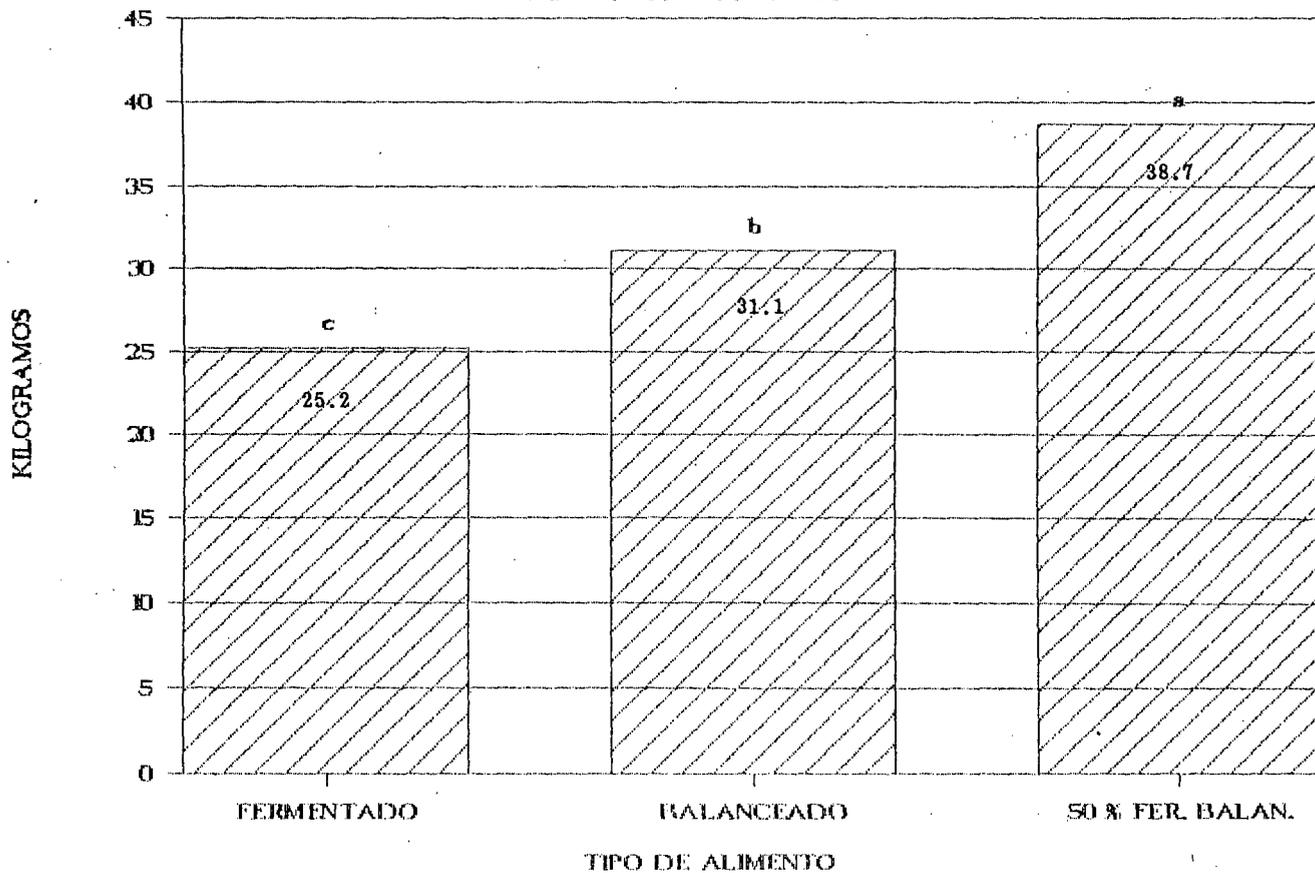
CONVERSION ALIMENTICIA



KILOGRAMOS

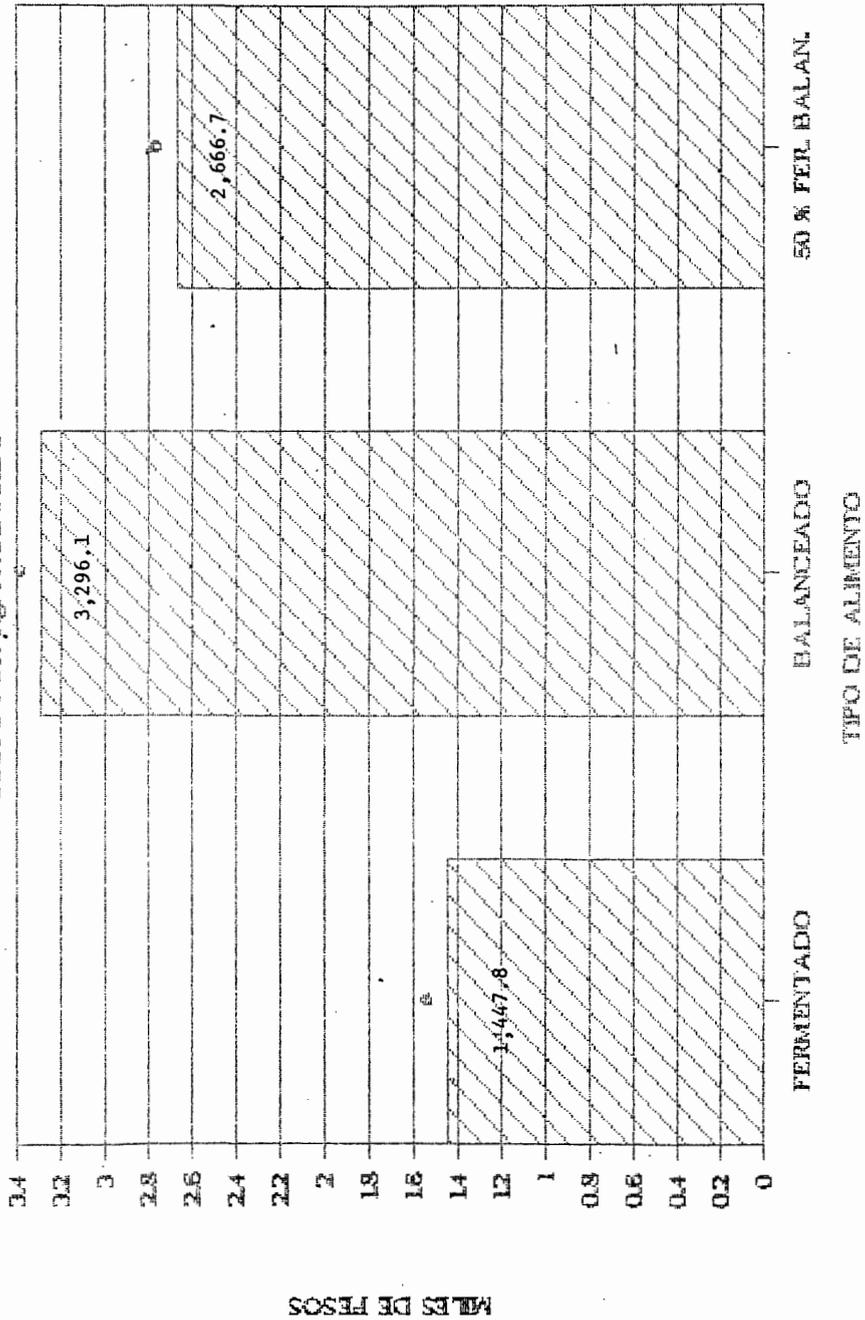
# GRAFICA # 5

KILOGRAMOS PRODUCIDOS



# GRAFICA # 6

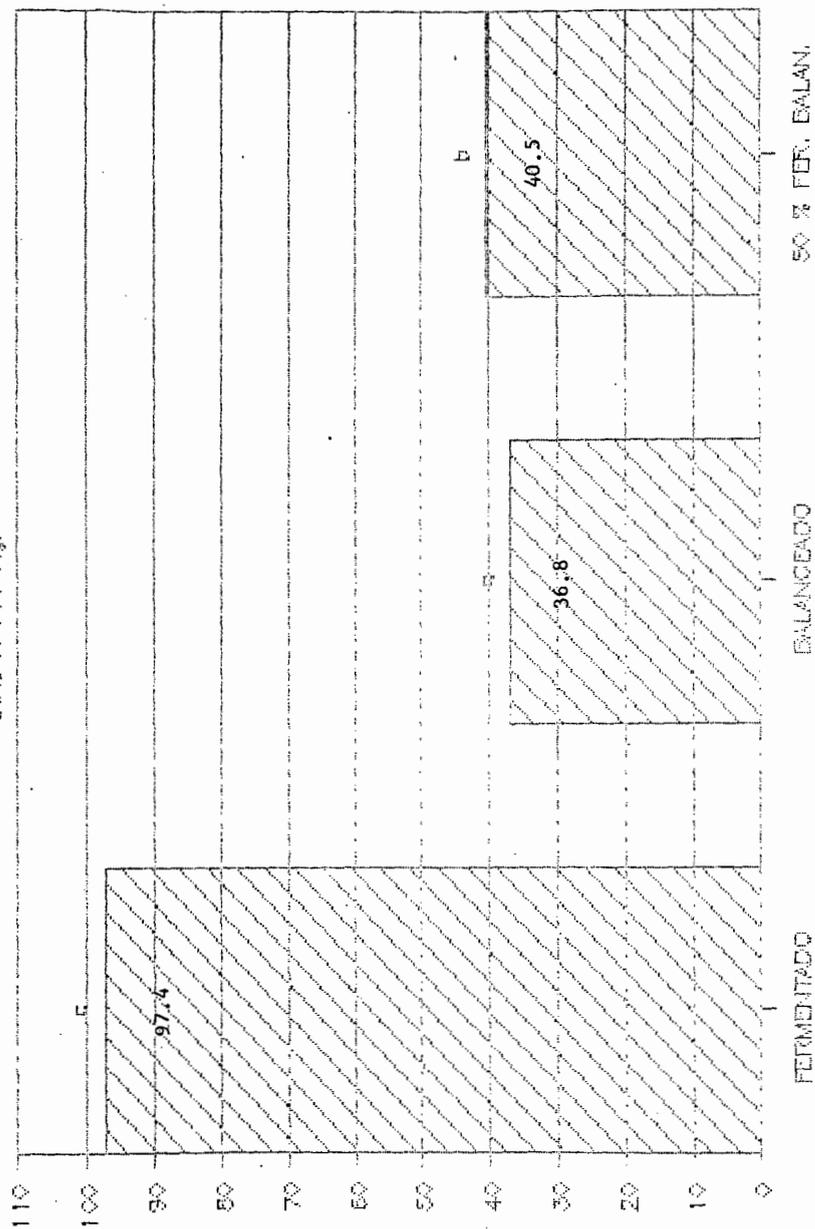
COSTO POR Kg. PRODUCIDO



MILES DE PESOS

# GRAFICA # 7

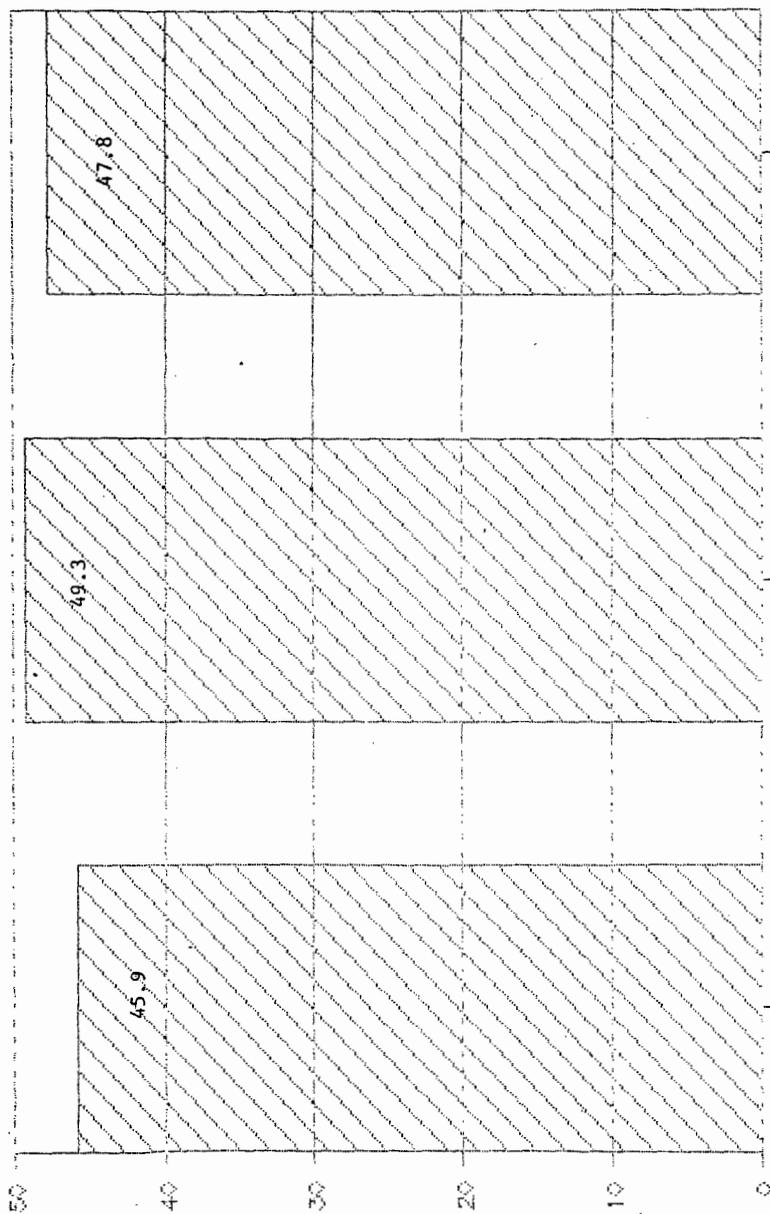
DIAS A 100 Kg.



DIAS

# GRAFICA # 8

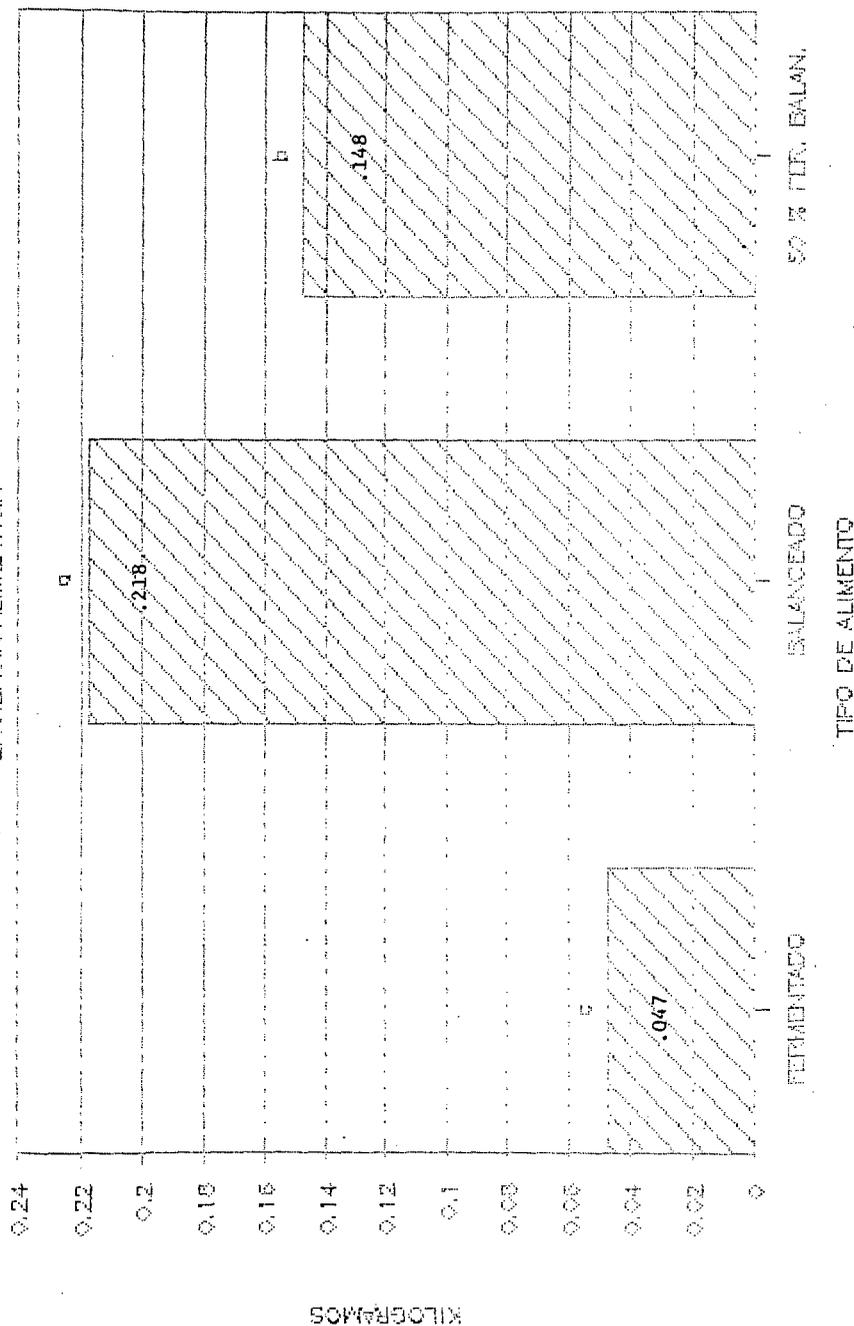
PESO DE CANAL



KILOGRAMOS

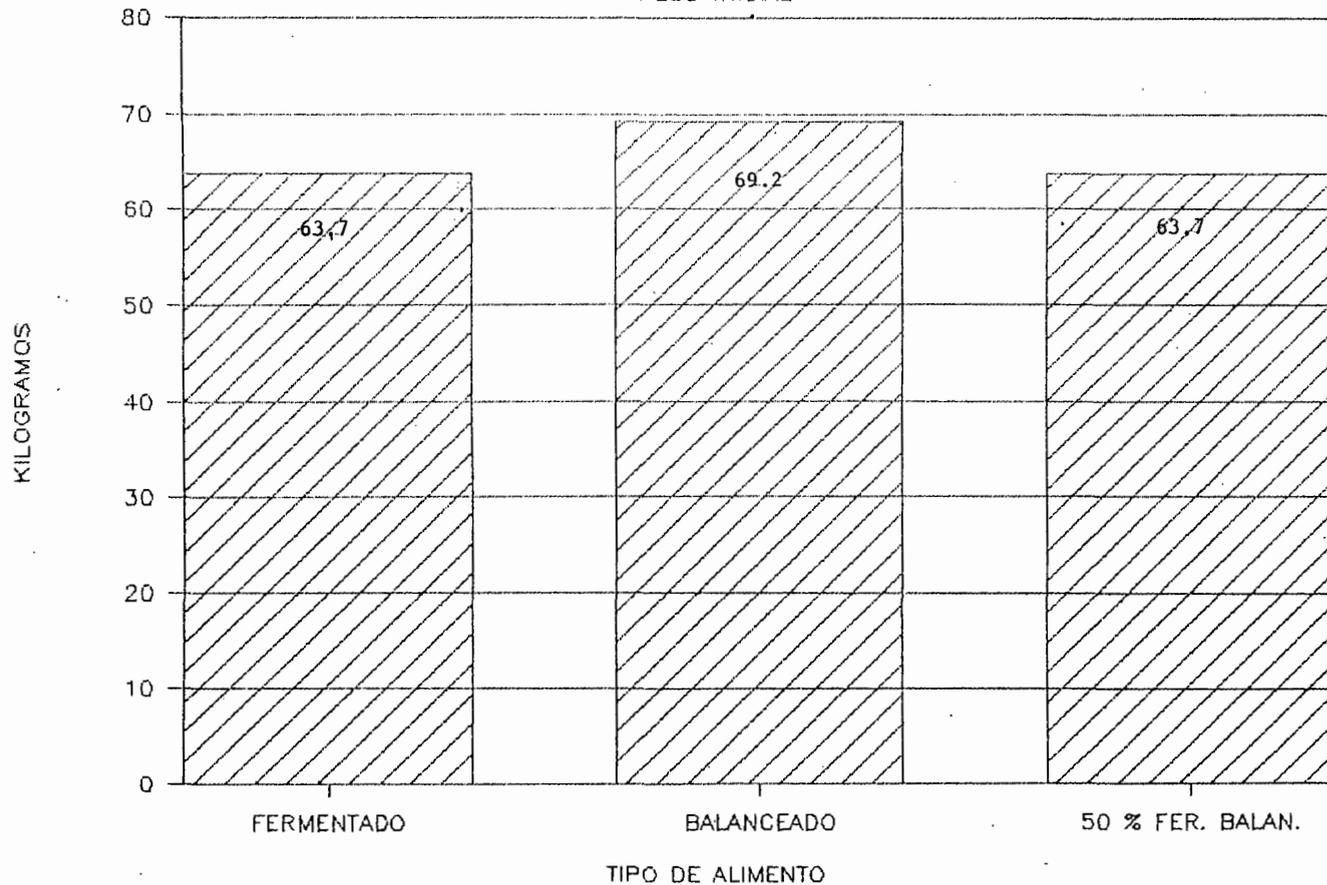
# GRAFICA # 9

EFICIENCIA ALIMENTICIA



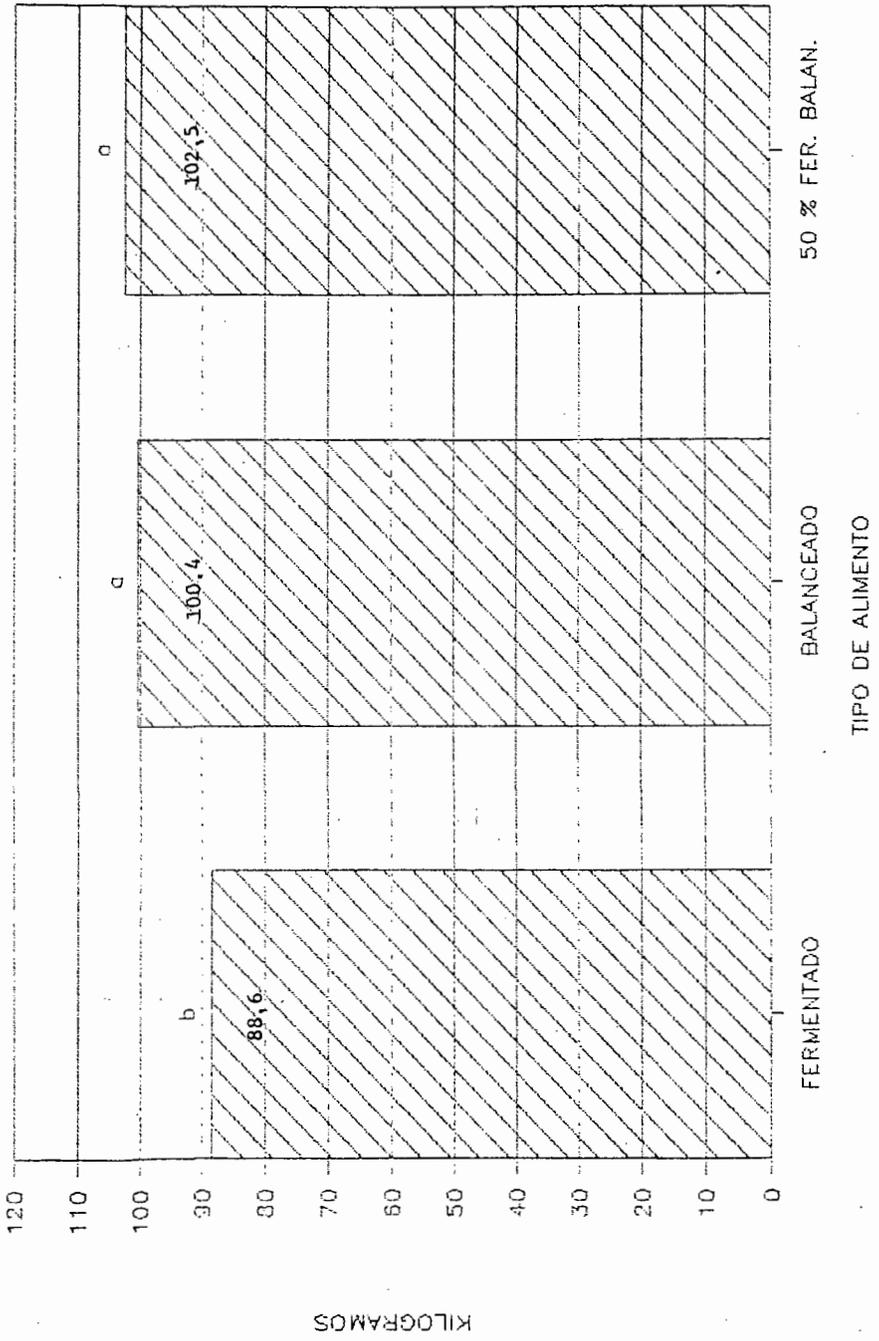
# GRAFICA # 10

PESO INICIAL



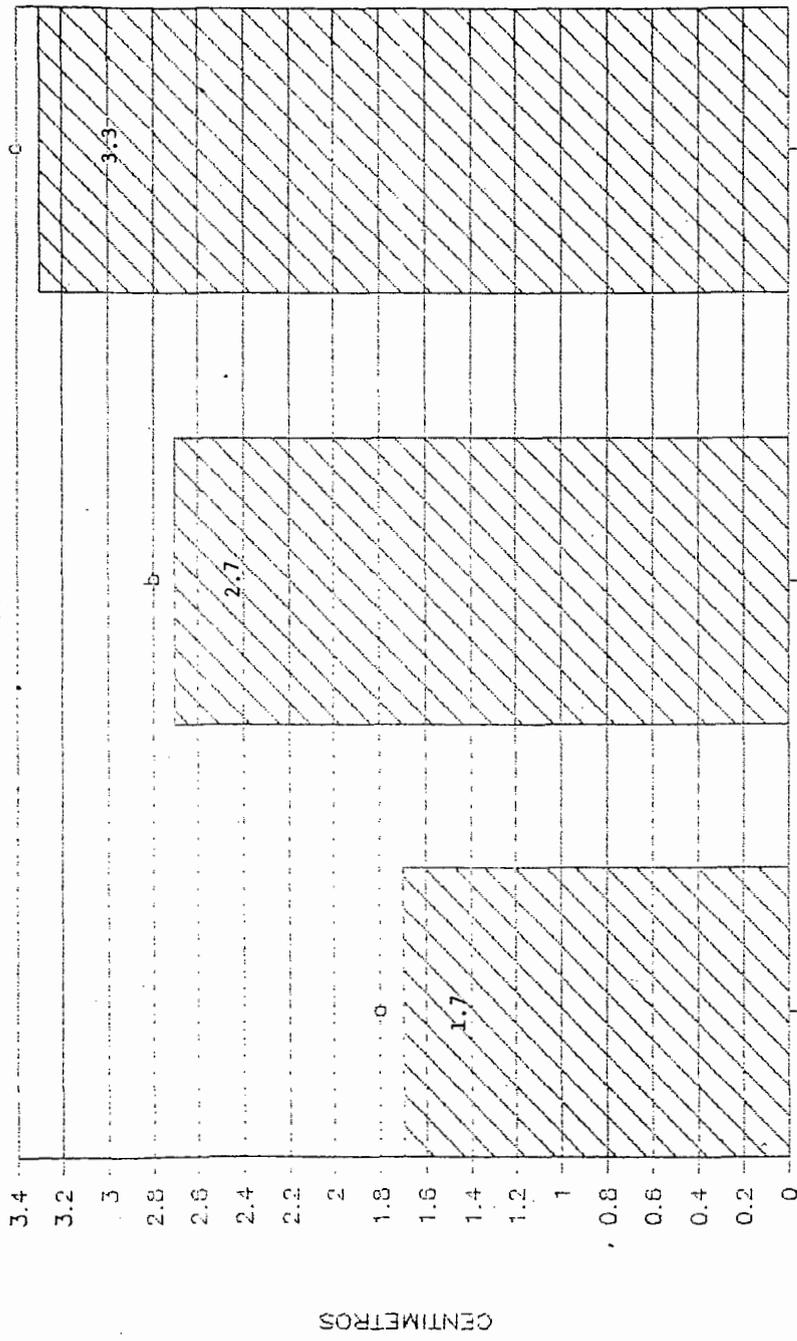
# GRAFICA # II

PESO FINAL



# GRAFICA # 12

GRASA DORSAL



FERMENTADO

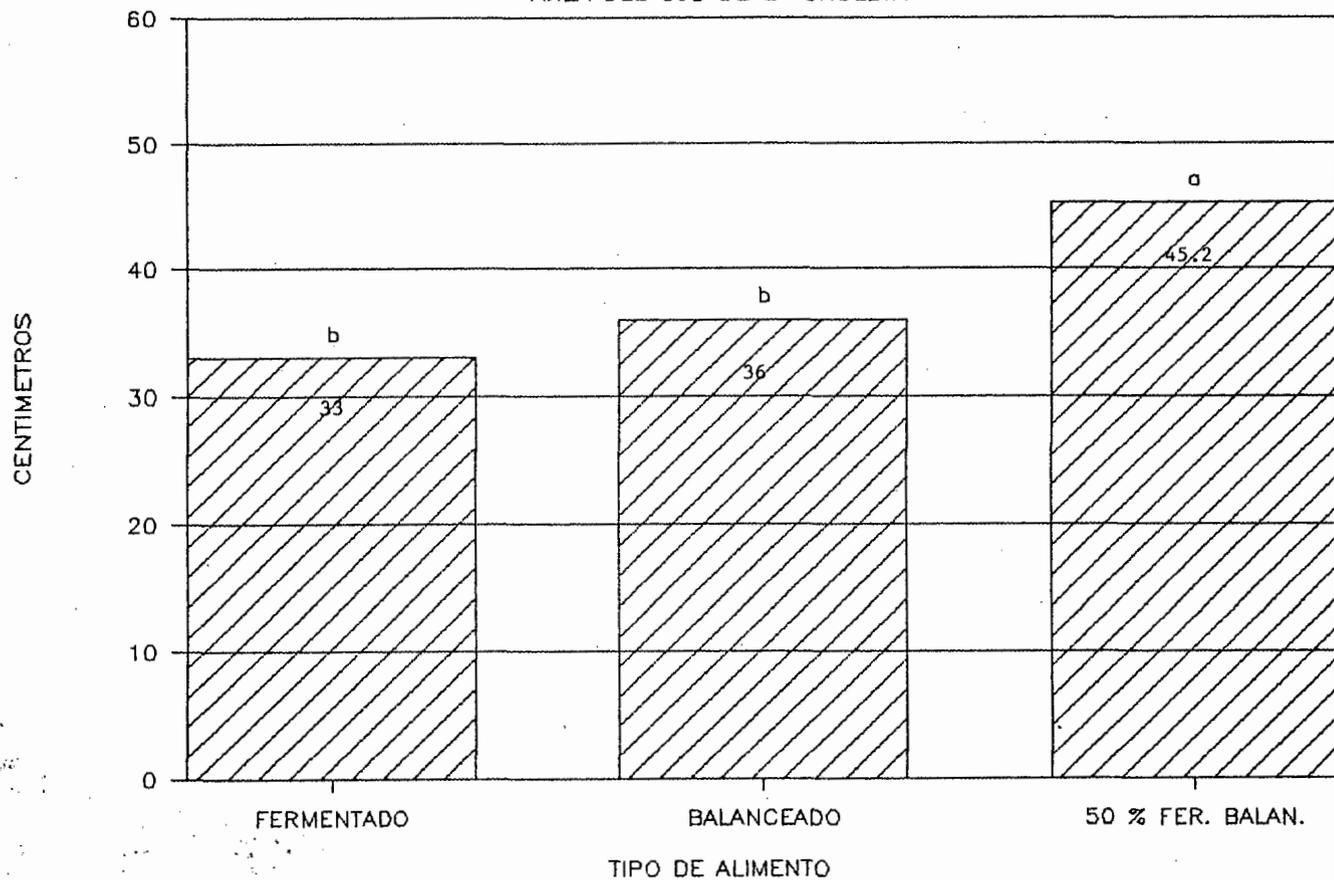
BALANCEADO

50 % FER. BALAN.

TIPO DE ALIMENTO

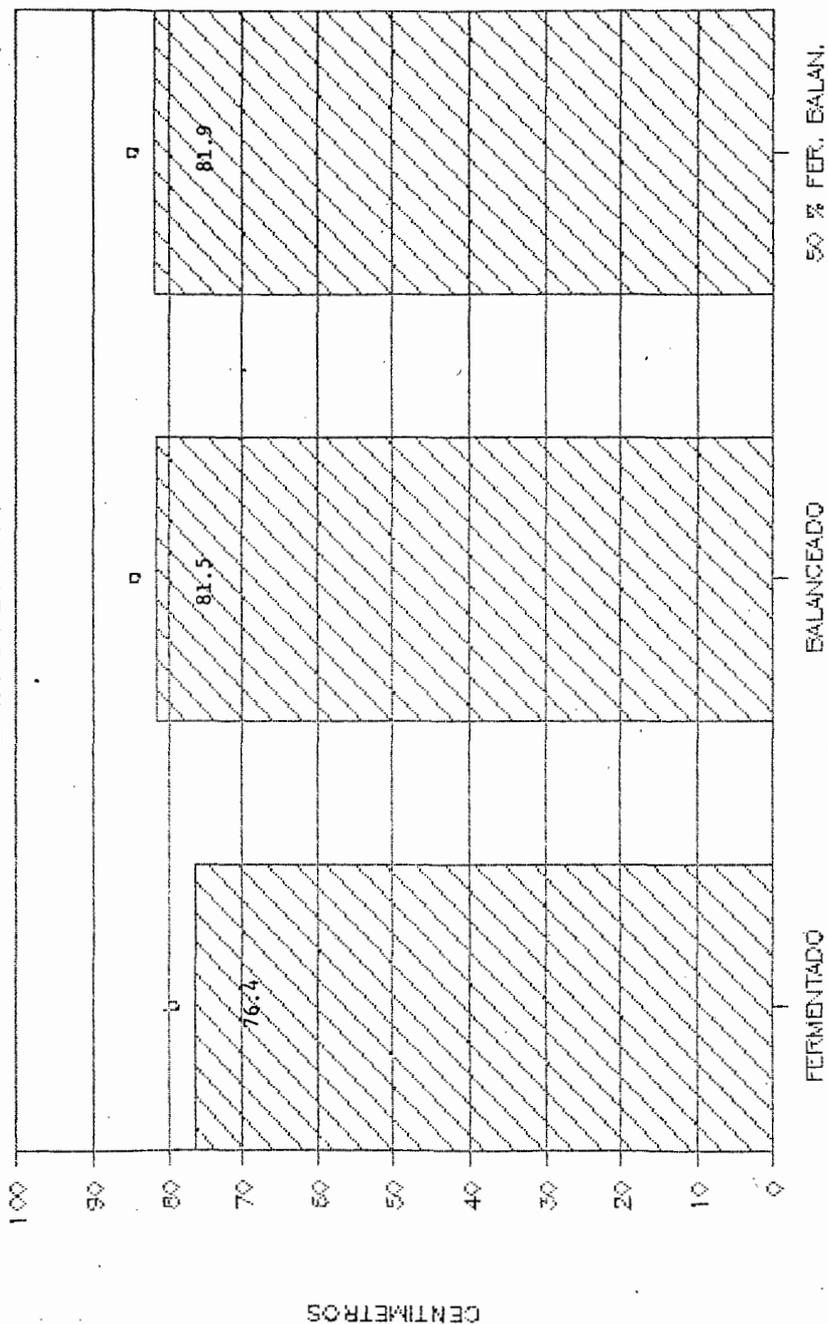
# GRAFICA # 13

AREA DEL OJO DE LA CHULETA



# GRAFICA # 14

LARGO DE LA CANAL



## DISCUSION

La gran importancia que reviste el reciclado de desechos orgánicos en cuanto a salud pública, estriba en la contaminación ambiental, que es uno de los puntos que están siendo más criticados por las autoridades ecológicas y sanitarias (SEDUE y SSAES); y sabiendo de antemano que las granjas porcícolas son las más atacadas en este sentido, es por ésto que reviste gran importancia las diferentes alternativas de tratamiento y reciclado, puesto que con ello se pueden evitar problemas de salud pública.

Algunos de estos problemas son: los malos olores, el polvo que se desprende de los desechos cuando éstos son desecados por medios naturales y flotan en el medio ambiente provocando problemas de salud; también encontramos problemas de fauna nociva (roedores, moscas, cucarachas, etc.), que proliferan cuando existen acúmulos exagerados de dichos residuos. Sin embargo, los problemas más serios y de mayor trascendencia serían los que se provocan cuando se contaminan los ríos o mantos acuíferos subterráneos que abastecen de agua a una población, a la misma granja o es utilizada como agua de riego de algunos productos agrícolas como frutas o legumbres que finalmente se verían contaminados.

Es por ésto que cualquier técnica o método encaminado para dar un tratamiento a los desechos pecuarios, es de gran importancia para disminuir la contaminación del ya deteriorado medio ambiente.

El presente estudio pretende demostrar de una forma "práctica y sencilla" un mejor y más óptimo aprovechamiento

de los recursos de las explotaciones pecuarias semitecnificadas y de traspatio, las cuales no cuentan con una infraestructura adecuada para manejar de una forma más intensiva los desechos que se generan en la misma granja.

Existen varios sistemas de reciclado de excretas, en los cuales los costos de operación los hacen poco factibles de ser utilizados por los porcicultores semitecnificados y de traspatio, en los que se necesitan hacer grandes inversiones en cuanto a instalaciones; tal es el caso de fosas o lagunas de recepción de excretas, con sistemas de bombeo y separadores de sólidos y líquidos, para posteriormente depositarlos en un fermentador tipo mecánico que sería sumamente costoso, o bien sistemas de reciclado de estiércol tratado con agentes químicos, que aparte de ser reactivos muy costosos se pierdan algunos de los nutrientes por las reacciones a las que se ven sometidos. Otro método de reciclado es el proporcionar el estiércol fresco tal y como se recolecta de los corrales, teniendo la limitante de correr un mayor riesgo de provocar alteraciones de tipo fisiológicas por la serie de microorganismos patógenos que pudieran existir en el estiércol. (5, 10, 11).

Es por ésto, que proponemos un fermentador factible de ser implementado por el porcicultor semitecnificado y de traspatio, utilizando tan solo, tambos que permitan un cierre hermético, para agregar un material fermentable (sorgo molido), a razón de un 10% , más el estiércol tal y como se recolecta de los corrales (estiércol, orina, alimento que se tira de los comederos, etc.) y así lograr una buena fermentación láctica y al mismo tiempo reducir en gran parte el problema de microorganismos patógenos que se pudieran desarrollar,

contrareestado esto último por la baja del pH que es de un 4.5 aproximadamente, inhibiendo así la acción de estos patógenos.

Por otra parte el costo de operación en cuanto a la recolección manual diaria (con palas), no representaría una carga económica extra, debido a que ésta es una práctica de rutina en las instalaciones de tipo rústico.

Otra ventaja que se tiene sobre otros sistemas de reciclado, es la de utilizar solo aquel estiércol que a nuestro juicio sea el de mejor calidad y de un mayor aporte de nutrientes (estiércol de animales en etapa de preiniciación, crecimiento y desarrollo), que en un momento dado, son los que mejor resultado darían a la dieta.

#### VENTAJAS DE LA FERMENTACION:

- La aceptación por el animal, es buena.
- La pérdida de nutrientes, es prácticamente nula.
- Los patógenos y los olores, son controlados.
- Se utiliza el total del excremento junto con la orina y el alimento desperdiciado al momento de hacer la limpieza de los corrales.
- Los costos de operación son sumamente bajos.
- Se aprovechan el total de nutrientes que son desechados por el animal.

#### DESVENTAJAS DE LA FERMENTACION:

- Se requiere de un material fermentable para su preparación.
- Es indispensable contar con recipientes herméticos para que se de la fermentación y control de patógenos.
- Se requiere de dos días para bajar el pH alrededor de 4.5.

-Los recipientes con el material a fermentar se deberán agitar mínimo 2 veces al día para lograr una fermentación uniforme.

-La recolección de estiércol debe ser manual y diaria.

Esto reviste gran importancia dadas las condiciones de explotación y producción de carne de cerdo que actualmente imperan en nuestro país.

En la actualidad la producción porcina está dividida en tres escalas:

-Porcicultura tecnificada con el 17 % de los porcuicultores y una producción total de 35 % de la producción nacional.

-Porcicultura semitecnificada con el 30 % de los porcuicultores y 35 % de la contribución en la producción nacional.

-Porcicultura rural con 53 % de porcuicultores y 30 % de la contribución en la producción nacional (17).

La utilización de dietas con 100% de alimento fermentado representan un ahorro económico del 227% aproximadamente comparado con el tratamiento 2 (alimento balanceado) y comparandolo con el tratamiento 3 (50% alimento balanceado y 50% alimento fermentado), obtendríamos un ahorro económico del 184% por Kg. de cerdo producido.

Según los números observados anteriormente, todo parece indicar que es recomendable la utilización de dietas con 100% de alimento fermentado, pero debemos tomar en cuenta los días que tardarán en llegar a 100 Kg; se alargarían 264% más del tiempo, que utilizando dietas balanceadas y 240% más con el tratamiento 3 (50% alimento balanceado y 50% alimento fermentado).

Un aspecto importante que resultó de alimentar con 100% de alimento fermentado fué, la poca grasa producida con esta dieta ya que los animales salieron al mercado con un promedio de grasa por abajo de lo que actualmente se considera como normal (3.5 cm), y a menor grasa dorsal, mayor cantidad de carne y mejor calidad.

En México, actualmente no se paga mejor la calidad de la canal, siendo que en países desarrollados, sí ponen especial interés en este punto. Es por ésto, que cobra gran importancia producir carne magra, que cada vez tiene mayor demanda en el mercado nacional.

Si analizamos la segunda alternativa, que corresponde al tratamiento 3 cuya dieta fue a base de 50 % alimento balanceado y 50 % alimento fermentado, observaremos que en cuanto al costo por Kg. producido, obtenemos un ahorro del 19 % aproximadamente si lo comparamos con el tratamiento testigo, en cuanto al tiempo que se alargaría la prueba, sería tan solo un 10% más el tiempo de finalización, que traduciéndolo a días, serían 4 aproximadamente.

Para hacer estas comparaciones, utilizamos la ganancia de peso diaria de cada tratamiento, partiendo de un mismo peso para los tres.

Con esta alternativa también logramos un ahorro del 8.5% de alimento balanceado, que consumirían los animales si no se contara con el alimento fermentado, así como también, dar un manejo adecuado a gran parte del estiércol que antes estaba considerado como un problema en la explotación, ahora pasa a

formar parte importante en la dieta de los animales, así como un ahorro de recursos económicos de la misma, que es básicamente donde se funda el éxito o fracaso de una explotación.

Otro punto que debemos tomar en cuenta, en cuanto al ahorro económico que obtendríamos, es que no invertiríamos más recursos para el manejo del estiércol utilizado, ya que está valorado el costo de recolección como mano de obra para la producción de alimento fermentado.

Finalmente no podemos dejar de considerar los peligros latentes que existen al reciclar excretas como podrían ser: antibióticos, arsenicales, nitrofuranos, sulfonamidas, aflatoxinas, etc., que pudieran ser excretadas por el cerdo como resultado de haber sido incorporados en el alimento; deben ser críticamente evaluados antes que el estiércol de éstos sea considerado como ingrediente alimenticio susceptible de ser empleado en la alimentación del cerdo en finalización.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, es posible alimentar cerdos en finalización con 100% de alimento fermentado siempre y cuando el tiempo de salida de los animales al mercado, no repercuta económicamente como consecuencia de alargar este período en las explotaciones de traspatio que generalmente no cuidan este renglón, ya que los ciclos productivos son mas largos que los que actualmente se manejan en explotaciones intensivas, o en su defecto utilizar el 50% de alimento balanceado más 50% de alimento fermentado en el cual también se lograrían ahorros económicos importantes y se aprovecharía al igual que en el caso anterior, para utilizar con mayor eficiencia los recursos de la explotación, y en el cual el tiempo que se alargaría la etapa de finalización, no sería tan significativa como usar el 100% de alimento fermentado.

Se propone un método sencillo y práctico para el reciclaje de estiércol porcino, en el cual podemos controlar o disminuir los patógenos y aumentar la aceptabilidad por el animal con este procesamiento.

Se plantea la necesidad de continuar las investigaciones en este tipo de reciclaje, ya que este método, ofrece muchas ventajas al utilizar los desechos completos y por consiguiente todos los nutrientes que en ellos se encuentran, al mismo tiempo que es práctico y sencillo.

## BIBLIOGRAFIA

(1) Alvarez, R,V,F, Pacheco. Sustitución de maíz por BIODERMEL (fermentación de melaza por estiércol) para sustituir el maíz en la producción bovina. En O. Monroy y G. Viñegra González, eds, Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. México A.G.T. Editor 1981 pp 45-51.

(2) Annndt, D,L, Day y E,F, Hatfilef Procesing and Handling of Animal Excreta for Refeeding, Journal of Animal Science, Vol 48 Num 1 1979 pp 159-161.

(3) Battachary J,W, Taylor 1975 Recicling Animal Waste as a Fadd Stuffs. Journal Science 41. pp 1446- 1458.

(4) Colmenares, L. J. T. 1978 Utilización de la cerdaza como fuente de alimento en el policultivo de peces y efecto de manejo en el desarrollo de los mismos. Tesis sin publicar I.T.F.S.M. P. 39.

(5) Donald L. Day Ph D. Processing animal wastes for feed ingredients. University of Illinois. Paper for the congress of Latin American Veterinarians Especializing in Swine, Hald at Acapulco, Mexico, september 22 -26, 1967. pp. 1-8.

(6) Enminger, M. E. 1970 Producción porcina ed. Ateneo Buenos Aires, Argentina. pp. 1-121.

(7) Grundey, K. Tratamiento de residuos agrícolas y ganaderos. Barcelona, España. ediciones GEA 1982. pp. 9-15.

(8) Iñiguez S. A. Robles y R. Vega, 1989. Comportamiento de cerdos en crecimiento (25-60 Kg) alimentados con diferentes niveles de inclusión de sólidos recuperados de la misma granja. Congreso A.M.V.E.C. Morelia, Michoacan. pp. 60-63.

(9) Iñiguez G. J. A. Cuaron Ibarquengoitia y P. Pérez Gavián. Estudio de factibilidad técnico económica para el aprovechamiento del estiércol de cerdo en la alimentación de borregos. Memorias primer ciclo internacional de conferencias sobre manejo y aprovechamiento de estiércol de cerdo. Guadalajara, Jalisco. 1990 p. 49.

(10) Iñiguez G. A. Robles. Uso del estiércol. Industria porcina. Septiembre - Octubre 1990. pp. 10-11.

(11) Iñiguez G. Ma. de J. Franco, A. Robles. Factibilidad técnico económica para el aprovechamiento de sólidos recuperados de estiércol de cerdo fermentados en la nutrición del cerdo. Memorias primer ciclo internacional de conferencias sobre el manejo y aprovechamiento de estiércol de cerdo. Guadalajara, Jalisco. 1990. pp. 70-75.

(12) Moore J. D. y W. B. Anthony. Enrichment of cattle manure for feed by anaerobic fermentation. Journal of American science vol. 30. 1970 p. 324

(13) Olguín, E. J., L. Hernández y N. Alvarez. Ecotecnologías para producción de bio-masa en zonas áridas. VII reunión de la asociación nacional de energía solar. Saltillo, Coahuila. 1983. pp. 93-97.

(14) Quintero R. R. Prospectiva de la biotecnología en México. Fundación Javier Barrios Sierra A. C. Ed. CONACYT pp. 149-170. 1985.

(15) Rizo G. G. Iñiguez y A. Robles 1989 Sistema de reciclaje de desechos en granjas porcícolas. Memorias congreso A.M.V.E.C. Morelia, Michoacan. pp. 64-67.

(16) Smith, L. W. Recycling animal wastes as protein sources. Alternatives sources of protein for animal production proceeding of simposium of the national academy of science. Waschington D. C. 1973. p. 525.

(17) Velarde F. Organización de productores. Memorias congreso nacional de porcicultura. Septiembre 1987.